

## PRODUCTION OF ZEOLITE

Patent Number: JP61270211  
Publication date: 1986-11-29  
Inventor(s): MIYANOHARA ISAO; others: 02  
Applicant(s): TOYO SODA MFG CO LTD  
Requested Patent: JP61270211  
Application Number: JP19860089994 19860421  
Priority Number(s):  
IPC Classification: C01B33/28; C11D3/12  
EC Classification:  
Equivalents: JP1708883C, JP2042767B

### Abstract

**PURPOSE:** To obtain zeolite useful as a builder for detergent, having high Ca ion exchange velocity and large exchange capacity, and improved dispersion ability, by feeding a specific aqueous solution of sodium silicate and an aqueous solution of sodium aluminate in a fixed order to a reactor, and crystallizing the reaction product.

**CONSTITUTION:** (A) A sodium silicate solution obtained by dissolving a silica source such as silica sand, etc. in an aqueous solution of NaOH to give directly 5-20wt% SiO<sub>2</sub> concentration and (B) an aqueous solution of sodium aluminate having 7-20wt% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> concentration are added to a reactor in such a way that firstly the whole amount of the aqueous solution B or 5-30wt% based on the whole amount of the aqueous solution B are previously added to the reactor, and the aqueous solution A or the aqueous solution A and the residual aqueous solution B are simultaneously added to the reactor within 10min while stirring the previously added solution, they are blended and stirred at a molar ratio of SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> of 1.8-2.2 in the solution at 40-70 deg.C, the solution is kept at this temperature for 0.5-2hr, subjected to gelatinization reaction, and crystallized at >=75 deg.C, to give zeolite having 1-5mu particle size distribution.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭61-270211

⑮ Int. Cl.<sup>4</sup>C 01 B 33/28  
C 11 D 3/12

識別記号

庁内整理番号

B-6750-4G  
7144-4H

⑯ 公開 昭和61年(1986)11月29日

審査請求 有 発明の数 1 (全7頁)

⑰ 発明の名称 ゼオライトの製造方法

⑱ 特 願 昭61-89994

⑲ 出 願 昭53(1978)5月10日

⑳ 特 願 昭53-54466の分割

⑳ 発 明 者	宮 之 原	勲	新南陽市大字富田4560番地	東洋曹達工業株式会社内
㉑ 発 明 者	宮 崎	弘	新南陽市大字富田4560番地	東洋曹達工業株式会社内
㉒ 発 明 者	橋 本	真 一	新南陽市大字富田4560番地	東洋曹達工業株式会社内
㉓ 出 願 人	東洋曹達工業株式会社		新南陽市大字富田4560番地	

## 明 細 書

## 1 発明の名称

ゼオライトの製造方法

## 2 特許請求の範囲

(1) アルミン酸ソーダ水溶液及びケイ酸ソーダ水溶液を混合して結晶化させることにより洗剤のビルダーとして適当であるゼオライトを製造するに際し、シリカ源をカセイソーダに溶解して直接  $\text{SiO}_2$  濃度 5 ~ 20 wt% として得られたケイ酸ソーダ水溶液と  $\text{Al}_2\text{O}_3$  濃度 7 ~ 20 wt% のアルミン酸ソーダ水溶液とを用いて、アルミン酸ソーダ水溶液の全量又は全量の 5 wt% 以上の量を前もって反応槽に仕込み、攪拌しながら、前もってアルミン酸ソーダ水溶液を全量仕込んだ場合は、その中にケイ酸ソーダ水溶液を、その仕込量が全量でない場合は、ケイ酸ソーダ水溶液および残余のアルミン酸ソーダ水溶液を同時に、10分以内に

仕込み、これらを 40 ~ 70℃ の温度で混合攪拌し、その際反応液中の  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  モル比を 1.8 ~ 2.2 とし前記温度で 0.5 ~ 2 時間保持し、次いで 7.5℃ 以上の温度で結晶化させることを特徴とするゼオライトの製造方法。

## 3 発明の詳細な説明

本発明はアルミン酸ソーダ水溶液およびケイ酸ソーダ水溶液を反応させることによる洗剤のビルダーとして適当なゼオライトの製法に関する。さらに詳しくは、硬水中でのカルシウムイオン交換速度およびイオン交換容量が大きく、かつ分散性の優れたビルダー用ゼオライトの製法に関する。

ゼオライトは各種のタイプがあり、それ自体に微細な孔を持ち、その細孔に適合する分子径を持つ他物質を極めて効果的に吸着する能力を持っている。またゼオライトを構成するアルカリ金属は、他の 1 価または 2 価イオンと容易に置換する性質を持っており、また触媒としてもすぐれた機能を有している。

したがって、これらの特性を応用し、乾燥、触媒、分離精製、イオン交換など数多くの用途が開発され工業的に利用されている。

ゼオライトのイオン交換作用は古くからその特性が知られており、硬水の軟化剤として使用されてきた。最近、合成洗剤による環境への悪影響が社会問題となり、特に洗剤中のある種のビルダーが河川や海洋における富栄養化をもたらす1因と考えられることから、これに代る成分としてゼオライトを用いることが検討されている。

ゼオライトを洗剤のビルダーとして用いる場合、その具備すべき特性として

- (1) これを用いた洗剤で洗濯後、布などに付着残留せず、洗濯後の廃水によって河川や海洋の汚濁などの環境汚染を起さないことが必要であり、このためには粗大粒子ならびに微細粒子が少なく適当な粒度分布(概ね1~5 $\mu$ )を有することが必須である。ゼオライトは水に不溶性であるため5 $\mu$ より大きい粗大粒子が多いと、該粒子は布に付着残留する恐れがあるため洗剤とし

て不適当であり、また1 $\mu$ より小さい微粒子が多いと、該微粒子は沈降除去が難しいため水質汚濁の一因として新たに環境上の問題を生ずる恐れがある。

- (2) 硬水中でのカルシウムイオン交換速度およびイオン交換容量が大きく、かつ水への分散性能が良好である。
- (3) 他の洗剤成分と良く調和し洗剤としての商品特性を損なわない。

などである。従って、この様な条件、特に1~5 $\mu$ の範囲の粒度分布を持つゼオライトを容易に製造することは重要な課題である。

本発明者等は、洗剤のビルダーとして用いるゼオライトの製造法について検討を重ねた結果、ある条件下において製造したゼオライトは、前記した条件を十分に満足し得ることを見出し、本発明を完成した。

本発明はアルミン酸ソーダ水溶液およびケイ酸ソーダ水溶液を原料とし、これを混合して、ゲルの生成反応を起させ、次いで昇温により結晶化さ

せてゼオライトを得る方法において、以下に述べる様に、原料として用いるケイ酸ソーダ水溶液およびアルミン酸ソーダ水溶液を限定された濃度範囲とし、その前者は特定の方法でえたものを使用し、かつ両原料を特定の順序で仕込んで反応を行うことを特徴とするものである。

本発明をさらに詳しく説明する。洗剤のビルダーとして適当なゼオライトは一般式



で表わされる通称A型ゼオライトである。

本発明では原料として用いるケイ酸ソーダ水溶液の組成を $SiO_2$ 濃度として20 wt%以下、好ましくは5~20 wt%、更に好ましくは10~16 wt%の範囲に調整することが必須である。ケイ酸ソーダ水溶液中の $SiO_2$ 濃度が20 wt%より大であると、生成したゼオライトは凝集しやすく、粗大粒子となり、分散性能に劣るなど、洗剤のビルダーとして保持すべき前記した条件を満たすものとならない。

又、本発明に用いるケイ酸ソーダ水溶液は、ケイ

砂などのシリカ源をカセイソーダ水溶液で溶解して直接 $SiO_2$ 濃度5~20 wt%としてえられたケイ酸ソーダ水溶液を用いなければならない。たとえば、市販の高濃度ケイ酸ソーダを前記した濃度範囲に希釈して使用すると、カルシウム交換能が充分大きく、かつ、主として粒度分布が1~5 $\mu$ からなるゼオライトを得ることができない。

$SiO_2$ として5 wt%より少ない希薄ケイ酸ソーダ水溶液を用いることは、経済的に不利となるので好ましくない。

一方の原料であるアルミン酸ソーダ水溶液の組成は、 $Al_2O_3$ 濃度として、7 wt%から20 wt%以下特に15 wt%までの範囲でなければならない。

濃度調整したアルミン酸ソーダ水溶液およびケイ酸ソーダ水溶液は40~70℃、好ましくは50~70℃に予熱しこれらを反応槽に仕込んで混合し、ゲル化反応に供する。混合物は攪拌しながら混合開始時から0.5~2時間、好ましくは0.5~1.5時間上記の温度を保持する。この温度範囲外でゲル化反応を行うと生成ゼオライトはそ

の粒子径が粗大あるいは微細に偏ると共に粒子径分布が広くなり、かつイオン交換速度およびイオン交換容量が小さくなるなど洗剤のビルダーとしては不適当となるので好ましくない。ついでゲル化した混合物は昇温し結晶化させる。この酸反応液中の  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  モル比は1.8~2.2に調整することが好ましい。

アルミン酸ソーダ水溶液とケイ酸ソーダ水溶液の混合方法は、アルミン酸ソーダ水溶液の全量又はその一部好ましくは全量の5~30 wt%の量を前もって反応槽に仕込まねばならず、攪拌しながら、その中にケイ酸ソーダ水溶液および分割した場合の残余のアルミン酸ソーダ水溶液を同時に仕込む。そのようにしなければ、カルシウムイオン交換能が充分に大きく、かつ主として粒度分布1~5  $\mu$ のものからなるゼオライトをうることができないからである。これらの仕込は、10分以内に終わらねばならない。仕込時間が10分を越えると生成したゼオライトは粒度分布の巾が広がり5  $\mu$ 以上の粗大粒子が著しく増加し、かつ、カルシ

ウムイオン交換速度および交換容量が小さくなる。ウミイオン交換速度および交換容量が小さくなる。

結晶化が完了したゼオライトのスラリーは過剰のアルカリを含んでいるので水で十分に洗浄し、これを除去する。水で1~2回洗浄し大部分のアルカリを除去した後、硫酸あるいは炭酸ガスを用いて残存している過剰のアルカリを中和することもできる。過剰のアルカリを除去して得たゼオライトは乾燥し製品とする。

本発明法により製造したゼオライトは、硬水中のカルシウムイオンと迅速にイオン交換し、しかもイオン交換容量が大きく、かつ分散性能が優れている。さらにこれは粒度分布の巾が狭く5  $\mu$ より大のおよび1  $\mu$ より小の粒子が少ないため洗剤のビルダーとして満足するものである。

次に実施例により本発明を説明する。

#### 実施例1

市販のアルミン酸ソーダ水溶液を水で希釈しカセイソーダ水溶液を加えて  $\text{Al}_2\text{O}_3$  濃度1.0 wt%、 $\text{Na}_2\text{O}$  濃度12.6 wt%に調整した。ケイ酸ソーダ水

溶液はケイ砂をカセイソーダ水溶液で溶解し  $\text{SiO}_2$  濃度1.2 wt%、 $\text{Na}_2\text{O}$  3.9 wt%に調整した。

このアルミン酸ソーダ水溶液1.0 lを60℃に予熱し30 lの容量の反応器にその量の約10 wt%の量を仕込み攪拌しながら、残りのアルミン酸ソーダ水溶液と60℃に予熱したケイ酸ソーダ水溶液1.0 lを同時に、5分間かけて仕込んだ。仕込混合開始時から1時間、60℃に保ち、その後昇温しながら50分後に80℃とした。さらに80℃で8時間保持し、結晶化を完了させた。生成したスラリーからブフナーロートを用いてゼオライトを分離し、十分に水洗し過剰のアルカリ分を除去した後乾燥し製品とした。得られたゼオライトの約100 gを塩化アンモニウム飽和水溶液デシケータに入れ真空下で一昼夜放置し所定の結晶水(4.5水塩)を持つように調整した。この調整したゼオライトの粒度分布およびカルシウムイオン交換量を測定し夫々表-1および表-2に示した。

粒度分布の測定はパーティクルサイズアナライザー(日立製作所製)を用いた。

#### 実施例2

市販のアルミン酸ソーダ水溶液を水で希釈し、カセイソーダ水溶液を加えて  $\text{Al}_2\text{O}_3$  濃度1.5 wt%、 $\text{Na}_2\text{O}$  18.8 wt%に調整した。ケイ酸ソーダ水溶液はケイ砂をカセイソーダ水溶液で溶解し  $\text{SiO}_2$  濃度1.0 wt%、 $\text{Na}_2\text{O}$  3.1 wt%に調整した。このアルミン酸ソーダ水溶液6.0 lとケイ酸ソーダ水溶液1.2 lを用い実施例1におけると同じ操作でゼオライトを製造した。このゼオライトの粒度分布お

よびカルシウムイオン交換量を測定し、その結果を表一および表二に示した。

#### 実施例3

市販のアルミン酸ソーダ水溶液を水で希釈し、カセイソーダ水溶液を加えて $\text{Al}_2\text{O}_3$ 濃度7 wt%,  $\text{Na}_2\text{O}$ 濃度9.5 wt%に調整した。ケイ酸ソーダ水溶液はケイ砂をカセイソーダ水溶液で溶解し、 $\text{SiO}_2$ 濃度1.6 wt%,  $\text{Na}_2\text{O}$ 5 wt%に調整した。このアルミン酸ソーダ水溶液1.46gとケイ酸ソーダ水溶液2.5gを用い、実施例1におけると同じ操作でゼオライトを製造した。このゼオライトの粒度分布およびカルシウムイオン交換量を測定し、その結果を表一および表二に示した。

#### 比較例1

市販のアルミン酸ソーダ水溶液を水で希釈し、カセイソーダ水溶液を加えて $\text{Al}_2\text{O}_3$ 5 wt%,  $\text{Na}_2\text{O}$ 濃度8 wt%に調整した。ケイ酸ソーダ水溶液は市販のケイ酸ソーダ水溶液を水で希釈し、 $\text{SiO}_2$ 濃

#### 比較例2

市販のアルミン酸ソーダ水溶液を水で希釈し、カセイソーダ水溶液を加えて $\text{Al}_2\text{O}_3$ 濃度4.7 wt%,  $\text{Na}_2\text{O}$ 濃度8.2 wt%のアルミン酸ソーダ水溶液を調整した。ケイ酸ソーダ水溶液は市販のケイ酸ソーダ水溶液を水で希釈し、 $\text{SiO}_2$ 濃度2.4 wt%,  $\text{Na}_2\text{O}$ 濃度2.8 wt%に調整した。このアルミン酸ソーダ水溶液1.53gとケイ酸ソーダ水溶液5gを用い、実施例1におけると同じ操作でゼオライトを製造した。このゼオライトの粒度分布およびカルシウムイオン交換量を測定し表一および表二に示した。

#### 実施例5

実施例1と同じ組成同じ液量のアルミン酸ソーダ水溶液とケイ酸ソーダ水溶液を用い実施例1におけると同じ操作でゼオライトを製造した。ただしアルミン酸ソーダ水溶液とケイ酸ソーダ水溶液の予熱温度とこれらの液の混合開始時から昇温開始時までの1時間は混合液の温度を70℃に保持

度20 wt%,  $\text{Na}_2\text{O}$ 濃度4.5 wt%に調整した。このアルミン酸ソーダ水溶液2.04gとケイ酸ソーダ水溶液4.0gを用い実施例1におけると同じ操作でゼオライトを製造した。このゼオライトの粒度分布およびカルシウムイオン交換量を測定し表一および表二に示した。

#### 実施例4

市販の水酸化アルミニウムをカセイソーダ水溶液で溶解し $\text{Al}_2\text{O}_3$ 濃度2.0 wt%,  $\text{Na}_2\text{O}$ 濃度2.5 wt%のアルミン酸ソーダを調整した。ケイ砂をカセイソーダ水溶液で溶解し、 $\text{SiO}_2$ 濃度2.9 wt%,  $\text{Na}_2\text{O}$ 3.2 wt%に調整した。このアルミン酸ソーダ水溶液5.1gとケイ酸ソーダ水溶液15.2gを用い実施例1におけると同じ操作でゼオライトを製造した。このゼオライトの粒度分布およびカルシウムイオン交換量を測定しその結果を表一および表二に示した。

した。このゼオライトの粒度分布およびカルシウムイオン交換量を測定し、表一および表二に示した。

#### 実施例6

実施例1と同じ組成、同じ液量のアルミン酸ソーダ水溶液とケイ酸ソーダ水溶液を用い実施例1におけると同じ操作でゼオライトを製造した。ただしアルミン酸ソーダ水溶液とケイ酸ソーダ水溶液の予熱温度とこれらの液の混合開始時から昇温開始時までの1時間は混合液の温度を50℃に保持した。このゼオライトの粒度分布およびカルシウムイオン交換量を測定し、表一および表二に示した。

#### 実施例7

実施例1と同じ組成、同じ液量のアルミン酸ソーダ水溶液とケイ酸ソーダ水溶液を用い実施例1におけると同じ操作でゼオライトを製造した。ただしアルミン酸ソーダ水溶液とケイ酸ソーダ水溶

液の予熱温度とこれらの液の混合開始時から昇温開始時までの1時間は混合液の温度を40℃に保持した。このゼオライトの粒度分布およびカルシウムイオン交換量を測定し表-1および表-2に示した。

#### 比較例3

実施例1と同じ組成、同じ液量のアルミン酸ソーダ水溶液とケイ酸ソーダ水溶液を用い実施例1におけると同じ操作でゼオライトを製造した。ただし、アルミン酸ソーダ水溶液とケイ酸ソーダ水溶液の予熱温度を80℃にし、これらの液の混合開始時から85時間は80℃に保持し結晶化を完了させた。このゼオライトの粒度分布およびカルシウムイオン交換量を測定し表-1および表-2に示した。

#### 比較例4

実施例1と同じ組成、同じ液量のアルミン酸ソーダ水溶液とケイ酸ソーダ水溶液を用い実施例1

1におけると同じ操作でゼオライトを製造した。ただし両水溶液を同時に投入開始してから昇温開始時までの時間を30分にした。このゼオライトの粒度分布およびイオン交換量を測定し表-1および表-2に示した。

#### 実施例10

実施例1と同じ組成、同じ液量のアルミン酸ソーダ水溶液とケイ酸ソーダ水溶液を用い、実施例1におけると同じ操作でゼオライトを製造した。ただし、両水溶液を同時に投入開始してから昇温開始までの時間を2時間にした。このゼオライトの粒度分布およびカルシウムイオン交換量を測定し表-1および表-2に示した。

#### 比較例5

実施例1と同じ組成、同じ液量のアルミン酸ソーダ水溶液とケイ酸ソーダ水溶液を用い、実施例1におけると同じ操作でゼオライトを製造した。ただし、両水溶液を同時に混合開始してから昇温

におけると同じ操作でゼオライトを製造した。ただしアルミン酸ソーダ水溶液とケイ酸ソーダ水溶液の温度を20℃にし、これらの液の混合開始時から昇温開始時までの1時間は混合液の温度を20℃に保持した。このゼオライトの粒度分布およびカルシウムイオン交換量を測定し表-1および表-2に示した。

#### 実施例8

実施例1と同じ組成、同じ液量のアルミン酸ソーダ水溶液とケイ酸ソーダ水溶液を用い、実施例1におけると同じ操作でゼオライトを製造した。ただし、両水溶液を同時に投入開始してから昇温開始時までの時間を15時間とした。このゼオライトの粒度分布およびカルシウムイオン交換量を測定し表-1および表-2に示した。

#### 実施例9

実施例1と同じ組成、同じ液量のアルミン酸ソーダ水溶液とケイ酸ソーダ水溶液を用い、実施例

開始までの時間を5時間にした。このゼオライトの粒度分布を測定し表-1に示した。

#### 比較例6

実施例1と同じ組成、同じ液量のアルミン酸ソーダ水溶液とケイ酸ソーダ水溶液を用い、実施例1におけると同じ操作でゼオライトを製造した。ただし、両水溶液を同時に混合開始してから昇温開始までの時間を15分にした。このゼオライトの粒度分布およびカルシウムイオン交換量を測定し表-1および表-2に示した。

#### 実施例11

実施例1と同じ組成、同じ液量のアルミン酸ソーダ水溶液とケイ酸ソーダ水溶液を用い、実施例1におけると同じ操作でゼオライトを製造した。ただし、両水溶液の反応槽への投入時間を10分にした。このゼオライトの粒度分布およびカルシウムイオン交換量を測定し表-1および表-2に示した。

## 比較例 7

実施例 1 と同じ組成、同じ液量のアルミン酸ソーダ水溶液とケイ酸ソーダ水溶液を用い、実施例 1 におけると同じ操作でゼオライトを製造した。ただし、両水溶液の反応槽への投入時間を 20 分にした。このゼオライトの粒度分布およびカルシウムイオン交換量を測定し表-1 および表-2 に示した。

## 比較例 8

実施例 1 と同じ組成、同じ液量のアルミン酸ソーダ水溶液とケイ酸ソーダ水溶液を用い、実施例 1 におけると同じ操作でゼオライトを製造した。ただし、両水溶液の反応槽への投入時間を 30 分にした。このゼオライトの粒度分布およびカルシウムイオン交換量を測定し表-1 および表-2 に示した。

## 比較例 9

市販のケイ酸ソーダ水溶液 (SiO<sub>2</sub>濃度 28.6 wt%)

表-1 粒度分布測定結果 (単位: wt%)

		粒 子 径 分 布					
		0~1μ	1~2μ	2~3μ	3~4μ	4~5μ	5μ↑
実施例	1	0.5	4.62	4.35	10.0	—	—
"	2	1.4	5.44	3.91	3.1	—	—
"	3	0.6	2.58	4.90	2.15	3.2	—
比較例	1	0.1	4.2	2.39	5.15	28.2	10.1
実施例	4	3.5	4.67	2.75	2.3	—	—
比較例	2	0.4	3.2	10.1	1.69	20.4	4.90
実施例	5	0.2	3.71	4.82	1.41	0.4	—
"	6	2.3	5.81	5.44	5.2	—	—
"	7	2.9	3.00	3.01	2.79	2.1	—
比較例	3	0.1	2.08	2.49	2.83	1.46	1.13
"	4	1.93	2.06	2.94	1.58	1.36	1.3
実施例	8	2.4	5.38	3.82	3.6	—	—
"	9	0.3	3.86	4.62	1.49	—	—
"	10	4.8	6.03	3.17	3.2	—	—
比較例	5	1.78	5.76	2.33	1.3	—	—
"	6	0.8	2.37	3.49	2.12	1.13	8.6
実施例	11	0.4	3.86	4.51	1.49	—	—
比較例	7	0.3	2.65	3.87	1.20	1.48	0.7
"	8	0.3	1.10	3.38	2.67	1.89	9.3
"	9	0.3	1.09	3.87	3.01	1.44	5.6

を水で希釈し、さらにアルミン酸ソーダ水溶液を水で希釈し、実施例 1 と同じ組成、同じ液量に調製した。これら両液を用い実施例 1 におけると同じ操作でゼオライトを製造した。このゼオライトの粒度分布およびカルシウムイオン交換量を測定し表-1 および表-2 に示した。

表-2 カルシウムイオン交換量測定結果

		残存カルシウム濃度 (×10 <sup>3</sup> mol/L)				
		測定開始時	2分	4分	8分	15分
実施例	1	10.0	2.3	1.8	1.6	1.4
"	2	10.0	2.3	1.9	1.7	1.5
"	3	10.0	2.5	2.0	1.7	1.6
比較例	1	10.0	3.1	2.4	2.0	1.8
実施例	4	10.0	2.7	2.1	1.8	1.6
比較例	2	10.0	4.6	3.9	3.3	3.1
実施例	5	10.0	2.5	1.9	1.6	1.4
"	6	10.0	2.6	2.0	1.7	1.5
"	7	10.0	3.2	2.4	1.9	1.7
比較例	3	10.0	3.9	3.1	2.5	2.1
"	4	10.0	4.2	3.5	3.0	2.7
実施例	8	10.0	2.4	1.9	1.6	1.5
"	9	10.0	2.4	1.9	1.6	1.4
"	10	10.0	2.7	2.1	1.8	1.6
比較例	6	10.0	4.3	3.7	3.1	2.6
実施例	11	10.0	2.5	2.0	1.7	1.5
比較例	7	10.0	3.0	2.4	2.0	1.7
"	8	10.0	4.1	3.5	2.8	2.4
"	9	10.0	3.1	2.4	2.0	1.8

表-2 で 2 分および 4 分の残存カルシウム濃度は小さいほどカルシウムイオン交換速度が大きいことを意味し、また 15 分の残存カルシウム量は

小さいほどイオン交換容量が大きいことを意味する。

#### 比較例 8

実施例 1 と同じ組成、同じ液量のアルミン酸ソーダ水溶液とケイ酸ソーダ水溶液を用いて、両液の混合方法を予め仕込んだケイ酸ソーダ水溶液中にアルミン酸ソーダ水溶液の全量を 5 分間かけて仕込んだ以外は、すべて実施例 1 と同じ操作でゼオライトを製造した。

このゼオライトの粒度分布及びカルシウムイオン交換量は次のとおりであった。

#### 粒度分布 (単位 wt%)

0~1 $\mu$	1~2 $\mu$	2~3 $\mu$	3~4 $\mu$	4~5 $\mu$	5 $\mu$ ↑
0.9	2.7	12.0	18.0	22.2	52.2

#### 残存カルシウム濃度 ( $\times 10^{-4}$ mol)

測定開始	2 分	4 分	8 分	15 分
10.0	4.8	4.0	3.5	3.2